



Resúmenes sobre el VIII Simposio MIA15, Málaga del 21 al 23 de Septiembre de 2015

Características geomorfológicas del Monte submarino Echo (Sur de la Provincia Volcánica de las Islas Canarias)

Geomorphologic characteristics of the Echo seamount (South of the Canary Islands Volcanic Province)

D. Palomino (1), J.T. Vázquez (1), L. Somoza (2), R. León (2), N. López-González (1), T. Medialdea (2), L.M. Fernández-Salas (3) & F.J. González (2)

- (1) Instituto Español de Oceanografía, CO de Málaga, C/Puerto Pesquero S/N, 29640 Fuengirola. desiree.palomino@ma.ieo.es
- (2) Instituto Geológico y Minero de España, C/Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.
- (3) Instituto Español de Oceanografía, CO de Cádiz. Muelle Pesquero S/N, 11006 Cádiz.

Abstract: The continental slope of the Canary Islands volcanic province is characterized by the occurrence of several seamounts and large landslides that have been widely documented. A detailed morphological study of the Echo seamount has been done by using multibeam bathymetry, backscatter data and very high resolution seismic profiles. The seamount shape, the occurrence of a flat summit and the presence of characteristic morphological features on the summit and along the flanks as volcanic cones, ridges, slides scars, gullies and channels, among others, have allowed establishing differences in its evolution. The analysis of these seamount features let to think that the seamount could be an oceanic island that becomes eroded and sank to its present depth. Recent geological processes observed at the base of the seamount let to establish different features and morpho-sedimentary units. They have been interpreted as the result of dismantling processes of the flanks although they have also related to the massive slope instabilities developed on the continental slope.

Key words: Seamounts, Geomorphology, Massive slope instabilities, Canary Islands

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de los montes submarinos en los márgenes continentales y fondos oceánicos es muy usual y se estima que podrían existir 25 millones de montes, la mayor parte de los cuales no han sido estudiados todavía (Wessel *et al.*, 2014). Los montes submarinos se caracterizan por generar y/o controlar distintos sistemas morfo-sedimentarios que pueden estar asociados tanto a la cima como a los flancos. Así, en la cima predominan los sistemas erosivos relacionados con la acción de diferentes masas de agua y de sus interfases, los sistemas deposicionales relacionados con la sedimentación hemipelágica y con depósitos carbonatados asociados a altas tasas de productividad, etc. En los flancos predominan los sistemas erosivos, que dan lugar a surcos y barrancos, y los fenómenos de inestabilidad sedimentaria como deslizamientos y avalanchas que producen una pérdida parcial del volumen de material del monte. Además, este desmantelamiento de los flancos ocasiona un transporte de sedimentos desde la parte superior a los fondos adyacentes que, especialmente en su base, interfiere con el sistema deposicional predominante del margen continental donde se

encuentran (contornítico, turbidítico ó hemipelágico) dando lugar a un aporte de sedimentos adicional a estos sistemas.

La región oeste y suroeste de las Islas Canarias se caracteriza por la presencia de varios montes submarinos que conforman la denominada provincia volcánica de las Islas Canarias (PVIC, Fig. 1A) (Van den Bogaard, 2013). La PVIC incluye desde el monte Lars-Essaouira al norte de la isla de Lanzarote (32.7°N, 13.2°W), hasta el monte Tropic, al suroeste del archipiélago (23.8°N, 20.7°W). En este sistema morfo-sedimentario profundo, los montes submarinos tienen una gran importancia en la distribución de las facies sedimentarias (Wynn *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo es el estudio de la morfología del monte submarino Echo y de sus características sub-superficiales para entender cómo ha sido su evolución morfológica desde que se generó y comprender el papel que juegan los movimientos en masa en los procesos de desmantelamiento de las laderas de este monte y como fuente de aporte de sedimento al fondo adyacente.

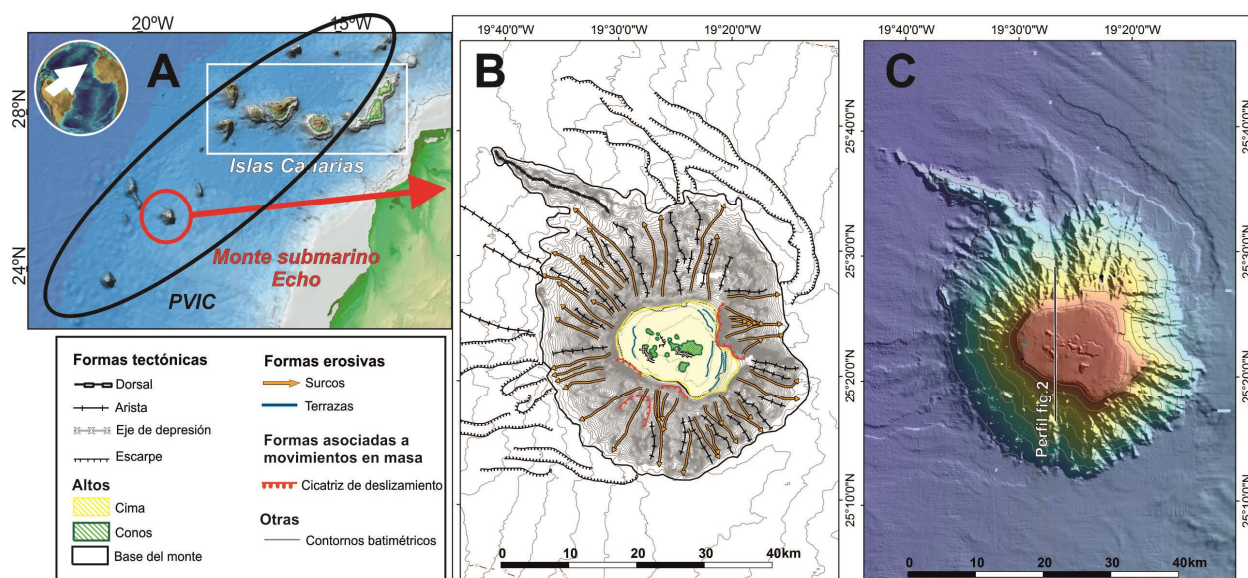


Fig. 1. A) Situación del monte submarino Echo en la zona meridional de la PVIC, en el Talud continental de las Islas Canarias, (B) principales rasgos morfológicos cartografiados en el monte submarino Echo sobre un mapa de isobatas espaciadas cada 50 m, (C) modelo digital del terreno obtenido en el monte submarino Echo en el que muestra la localización del perfil de muy alta resolución de la Fig. 2.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio está basado en datos obtenidos durante la campaña oceanográfica DRAGO0511 que se realizó en el B/O Miguel Oliver (MAGRAMA). El conjunto de datos utilizado se compone de datos de ecosonda multihaz (Kongsber-Simrad EM302) y perfiles sísmicos de muy alta resolución (ecosonda paramétrica TOPAS PS 018). Los datos batimétricos y de reflectividad han sido procesados por el Instituto Hidrográfico de la Marina utilizando el programa *CARIS HIPS&SIPS* obteniéndose un modelo batimétrico con una cobertura del 100% y una resolución de 60 m (Fig. 1C). Se han obtenido además un mosaico de reflectividad con una resolución de 150 m. Estos datos se han integrado en un sistema de información geográfica (*ArcGIS® desktop v. 10.2.2*) a partir del cual se ha realizado el análisis morfológico. A los datos de sísmica de muy alta resolución se les aplicó un procesamiento estándar durante la adquisición y posteriormente fueron importados como ficheros SEG-Y en el programa *KINGDOM SUITE™* para su interpretación.

3. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS Y GEOLÓGICAS.

El talud continental está limitado al este por el borde de plataforma a 100-200 m de profundidad y hacia el oeste por la base del talud inferior que da lugar a la llanura abisal hacia el oeste, donde se alcanza una profundidad de 5.400 m. El talud continental tiene una baja pendiente, de 6° en el talud superior a 0.1° en el talud inferior (Masson *et al.* 1992; Wynn *et al.* 2000). Muestra una compleja topografía submarina debido a la presencia de numerosas islas volcánicas y

montes submarinos, el desarrollo de avalanchas que provienen de las islas y la presencia de canales y cañones que determinan y modifican los procesos geológicos que tienen lugar en el margen continental (Masson *et al.*, 1992; Wynn *et al.*, 2000).

El monte submarino Echo se localiza en el talud continental a unos 350 km al suroeste de las Islas Canarias, entre 3.400 m y 3.800 m de profundidad, y forma parte de la PVIC (Fig. 1A). Este sector del talud continental se caracteriza en general por una pendiente suave (0.1°-3°) aunque en las laderas de los montes submarinos se pueden alcanzar valores de hasta 45°.

Existen varias teorías sobre el origen del vulcanismo de las Islas Canarias y de los montes submarinos en la región. Los modelos sobre la génesis del archipiélago se basan en modificaciones del modelo clásico de punto caliente y otros modelos que incluyen anomalías mantélicas en la proximidad del límite continental-oceánico y control tectónico (Schmincke, 1982; Anguita and Hernan, 2000). Recientemente se ha propuesto que su formación es debida a la existencia de un afloramiento mantélico bajo la litosfera que produce anomalías recurrentes (Van den Bogaard, 2013).

4. RESULTADOS

El monte submarino Echo es un guyot con forma de cono truncado. En planta presenta una forma sub-circular, aunque hacia el noroeste se observa un espolón que forma una dorsal con orientación NW-SE (Fig. 1). La máxima profundidad basal es 3.700 m al noroeste, mientras que la plataforma que conforma su cima se localiza una profundidad media de 350 m.

Sobre la cima se disponen pequeños conos que alcanzan 255 m de profundidad. Las principales características morfométricas se han resumido en la tabla I.

La cima del monte presenta una pendiente muy suave ($0-2^\circ$) y un diámetro de 16 km según la dirección NW-SE. Su perímetro es de 53 km y está interrumpida por pequeños conos que pueden alcanzar hasta 120 m de altura y 700 m de diámetro y se encuentran parcialmente rodeados por pequeñas depresiones. Cerca del límite de la cima, se observan varios escarpes de 20 m de altura y de 5 km de longitud. Estos escarpes forman terrazas a 340 m, 380 m, 390 m, 400 m, 415 m, 420 m y 480 m de profundidad. Las terrazas se encuentran situadas principalmente en la lado oriental de la cima y agrupadas hacia el NE y SE, con una altura variable.

Nombre	Echo
Localización	19,44°W / 25,40°N
Profundidad max./min. (m)	3700/255
Longitud/anchura (km)	40/34
Altura (m)	3400
Área (km ²)	1363

Tabla I. Localización y características morfométricas del monte submarino Echo.

Los flancos del monte presentan unos valores elevados de pendiente que oscilan entre los 5° y los 35° . En las laderas predominan los rasgos erosivos de los movimientos en masa, que se extienden desde la cima hasta la base del monte. Se han cartografiado cicatrices de deslizamientos en los flancos noreste, sur y suroeste del monte a profundidades entre 440 y 500 m. Estas cicatrices tienen una geometría curvada, longitudes que van de 4.5 a 12 km y altas pendientes con valores que alcanzan los $30-35^\circ$. Los surcos también actúan como conductos para el transporte gravitacional de sedimentos a lo largo de los flancos y están separados por aristas. Estos surcos presentan una orientación radial respecto a la cima y tienen longitudes entre 3 y 13 km y anchuras menores a 1 km.

Desde el punto de vista geofísico, en la cima se han diferenciado varias respuestas acústicas (Fig. 2). La zona oriental, que está dominada por terrazas y escarpes, y la zona central, que se caracteriza por pequeños conos, muestran ecos no penetrativos. En el sector suroriental y alrededor de los conos volcánicos, se han diferenciado dos facies sísmicas distintas. La primera constituida por facies transparentes limitadas a base por un reflector de alta amplitud. La segunda se caracteriza por

reflectores paralelos que llegan a alcanzar 30 m de espesor y está limitada a base por una inconformidad erosiva.

Los flancos muestran respuestas acústicas no penetrativas que se caracterizan por un reflector de gran amplitud que enmascara la estructura interna y por ecos hiperbólicos que surgen como resultado de los altos valores de pendiente.

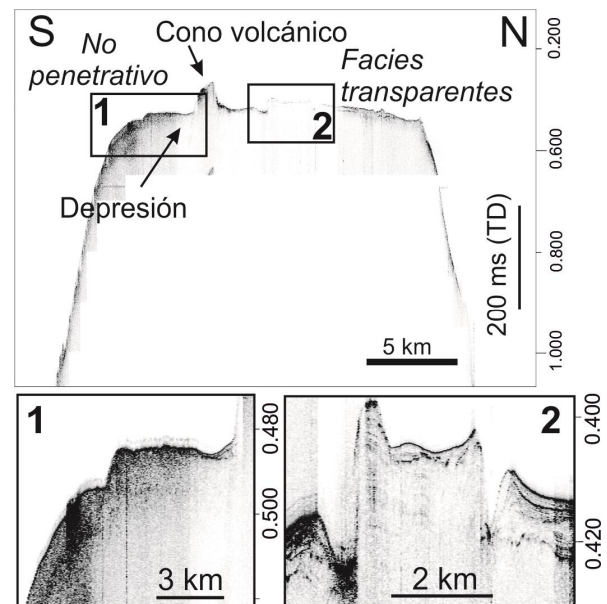


Fig. 2. Ejemplo de perfil sísmico de muy alta resolución TOPAS en el que se observan distintas facies acústicas diferenciadas. Para la localización del perfil ver Fig. 1.

La base del monte se caracteriza por aristas y escarpes que dan lugar a canales de dirección E-W y SE-NW. Además se han identificado dos cuerpos alargados que presentan facies transparentes y ofrecen valores muy elevados de reflectividad. Se localizan uno al norte y otro al sur del monte y presentan una dirección ESE-WNW.

5. DISCUSIÓN

A partir del análisis de las características geomorfológicas del monte submarino Echo se pueden inferir las particularidades que han marcado su evolución. En general, la forma circular de los montes submarinos podría indicar que la extrusión del magma se produjo de manera focalizada durante un largo periodo de tiempo y fue canalizada por conductos hacia la zona externa del volcán. La presencia de conos en la cima también podría explicarse por la existencia de posteriores eventos volcánicos cortos con múltiples sub-centros volcánicos (Batiza & Vanko, 1983).

La forma plana de la cima podría estar relacionada con diversos factores como la erosión de la superficie y subsidencia, la presencia de interfases entre diferentes masas de agua, diversos procesos volcánicos, entre otros. También, la escasa

profundidad a la que se encuentra, podría indicar que este monte fue una isla emergida. En este sentido, las terrazas observadas en la cima del monte podrían estar relacionadas con procesos erosivos ocurridos durante su hundimiento. Además, las características y la distribución de las terrazas indican que el monte está ligeramente basculado, lo que estaría relacionado con los escarpes cartografiados en la base.

El monte Echo presenta una sección central monticulada con pequeñas morfologías circulares dispersas y similares en apariencia a pequeños conos volcánicos. Estos podrían ser colonizados por corales y otros organismos (Vázquez *et al.*, 2011), dando lugar a los altos valores de reflectividad observados. La evolución de estos organismos está directamente relacionada a la interacción con las masas de agua superficiales, como pone de manifiesto el desarrollo de pequeñas depresiones alargadas que rodean los conos, similares a *moats* contorníticos.

Los flancos del monte se encuentran intensamente excavados por barrancos y canales que se encuentran separados por crestas. Estas formas surgieron posiblemente como resultado de procesos volcánicos constructivos (diques o canales de lava). Podrían estar generados por modificaciones de los flancos como roturas del talud por procesos de inestabilidad, erosivos, o incluso ser generados por una combinación de ambos procesos (Chaytor *et al.*, 2007).

Las formas cartografiadas en la base del monte que ofrecen altos valores de reflectividad podrían estar relacionadas con depósitos de flujos de derrubios (Damuth, 1980). El depósito del sur se ha relacionado con la rama SW del mega deslizamiento Sahariano (Embley, 1976) que termina al suroeste del monte Echo. El depósito que se localiza al norte del monte está relacionado con los deslizamientos cartografiados en el flanco NE, que se canaliza hacia el N y W rodeando al monte y terminando hacia la zona NW. Los escarpes y dorsales que ofrecen un fondo irregular en la base del flanco oeste se relacionan con avalanchas y bloques que provienen del desmantelamiento de los flancos.

6. CONCLUSIONES

La morfología observada en las distintas zonas (cima, flancos y base) del monte submarino Echo es el resultado de dos procesos principales que han condicionado la evolución geológica del monte. En primer lugar, el vulcanismo que produjo la construcción del edificio volcánico que podría haber estado emergido, su hundimiento progresivo por

enfriamiento y contracción térmica; y en segundo lugar el desarrollo de sistemas erosivos que aplanaron su cima y de transporte en masa que generaron el desmantelamiento de los flancos del monte produciendo depósitos característicos en la base.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos SUBVENT (CGL2012-39524-C02-01) y EXARCAN (CTM2010-09496-E) del MINECO y forma parte de los trabajos realizados para la preparación de la "Presentación de datos e información sobre los Límites de la Plataforma Continental de España al Oeste de las Islas Canarias" del MAEC.

REFERENCIAS

- Anguita, F. & Hernán, F. (2000). The Canary Island origin: a unifying model. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 13, 1-26.
- Batiza, R. & Vanko, D. (1983). Volcanic development of small oceanic central volcanoes on the flanks of the East Pacific Rise inferred from narrow-beam echo-sounder surveys. *Marine Geology*, 54, 53-90.
- Chaytor, J.D., Keller, R.A., Duncan, R.A. & Dziak, R.P. (2007). Seamount morphology in the Bowie and Cobb hot spot trails, Gulf of Alaska. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 8, 9.
- Damuth, J.E. (1980). Use of high frequency (3.5-12 kHz) echograms in the study of nearbottom sedimentation processes in the deep sea: a review. *Marine Geology*, 38, 51-75.
- Embley, R.W. (1976). New evidence for occurrence of debris flow deposits in the deep-sea. *Geology*, 3, 371-374.
- Masson, D.G., Kidd, R.B., Gardner, J.V., Huggett, Q.J. & Weaver, P.P.E. (1992). Saharan continental rise: Facies distribution and sediment slides. In: C.W. Poag and P. C. de Graciansky (eds.). *Geologic Evolution of the Atlantic Continental Rise*, 327-343.
- Schmincke, H-U. (1982). Volcanic and chemical evolution of the Canary Islands. In: von Rad, U., K. Hinz, M. Sarnthein and E. Seibold (eds.). *Geology of the Northwest African continental margin*, 273-306.
- Van der Bogaard, P. (2013). The origin of the Canary Island Seamount Province – New ages of old seamounts. *Scientific Rep.*, 3, 1-7.
- Vázquez, J.T., Somoza, L., Rengel, *et al.* (2011). Informe científico-técnico de la campaña oceanográfica DRAGO0511. Ampliación de la plataforma continental de España al oeste de las islas Canarias. 273 pp.
- Weaver, P.P.E., Wynn, R.B. Kenyon, N.H. & Evans, J. (2000). Continental margin sedimentation, with special reference to the north-east Atlantic margin. *Sedimentology*, 47, 239-256.
- Wynn, R.B., Masson, D.G., Stow, D.A.V. & Weaver, P.P.E. (2000). The northwest African slope apron: a modern analogue for deep-water systems with complex seafloor topography. *Marine and Petroleum Geology*, 17, 253-265.